

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-216490

(43)Date of publication of application : 15.08.1995

(51)Int.Cl.

G22C 27/04  
G22C 1/04  
// A63B 53/04

(21)Application number : 06-012838

(71)Applicant : NIPPON YAKIN KOGYO CO LTD

(22)Date of filing : 04.02.1994

(72)Inventor : NAKAI MASAO  
OKATO NOBUYOSHI

(54) TUNGSTEN ALLOY FOR GOLF CLUB HEAD

(57)Abstract:

PURPOSE: To produce a tungsten alloy for golf club head, suitable for use in production of small-size head and enabling a golfer to select a putter of most suitable weight according to physical strength, ability, taste etc., from putters of the same model.

CONSTITUTION: This alloy is a tungsten alloy having a composition containing at least tungsten and one or  $\geq 2$  metals selected from the group consisting of nickel, molybdenum, and cobalt, having specific gravity lower than that of tungsten. The content of the tungsten is 40-100wt.%, and the content of the metal, such as nickel, is between a figure exceeding the amount permissible to inevitable impurity and  $\leq 60$ wt.%. By this method, a small and thin putter head of standard weight can be provided and also putters of dissimilar head weights of the same model can be provided. Further, by the regulation of specific gravity, the restrictions on head volume at the time of producing a head of standard weight can be relaxed and the design of heads of various shapes is made possible.

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 07.11.1995

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 31.03.1998

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application  
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

1-2, 3, 4, 6, 7

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

## [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to a golf club, especially a tungsten alloy suitable as head material of a putter, concerning a tungsten alloy.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, generally the head of the putter which is one of the golf clubs was manufactured by casting, forging, etc. using iron, stainless steel, etc. And it is about 350g and, as for the standard weight of a head, the thing of various configurations was marketed by the goodness of user-friendliness etc.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] since the specific gravity of the above-mentioned conventional head material is comparatively as small as about eight -- the above -- although the head of standard weight will become the thing of a comparatively big configuration, the golfers who desire a putter which has a small and thin head recently are increasing in number. However, when a head is miniaturized using the above-mentioned conventional construction material, since [ which is standard weight ] it becomes lighter than 350g, there is a possibility that user-friendliness may worsen.

[0004] moreover -- the case of the putter of the conventional cast -- the above -- the mold of content volume according to iron specific gravity was manufactured, and in order to slush the iron fused in it and to make it solidify, according to the liking of a golfer to be used, the same model, i.e., a thing from which head weight differs in several unit with the putter of the same magnitude in the same configuration, was not marketed, so that the head of standard weight might cast. Therefore, conventionally, according to physical strength, skill, or liking, the golfer could choose the putter with which weight differs out of the same model, and could not purchase it, but he was inconvenient.

[0005] The place which it was made in order that this invention might solve the above-mentioned trouble, and is made into the object is to apply to the fabrication of a small head and offer the tungsten alloy for heads of a suitable golf club. Moreover, it is in offering the tungsten alloy for heads of the golf club to which it closes that arrange that from which head weight differs with the same model, with a golfer chooses the putter of the optimal weight according to physical strength, skill, liking, etc. if.

[0006]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned object, this invention person thought it effective to use the tungsten with larger specific gravity as head material (W) than conventional iron, stainless steel, etc., in order to have miniaturized the head of a putter. However, in order that the specific gravity of a tungsten may exceed 19, there is not only a possibility that it may be too heavy as head material, but it is inferior to workability etc. with a tungsten, and difficult to manufacture. Then, as head material, using the tungsten alloy which consists of a tungsten and metals, such as nickel (nickel) and molybdenum (Mo) with specific gravity smaller than it, and cobalt (Co), this invention person considered manufacturing a head with powder-metallurgy processing, and resulted in completion of this invention.

[0007] That is, the tungsten alloy for heads of the golf club concerning this invention is a tungsten alloy which comes to contain a tungsten and the element for specific gravity adjustment with specific gravity smaller than a tungsten at least, and the content of said tungsten is 40 % of the weight or more, and it is less than 100 % of the weight, and the content of said element for specific gravity adjustment exceeds the amount which may be contained as an unescapable

impurity, and is characterized by being 60 or less % of the weight.

[0008] Moreover, said element for specific gravity adjustment is characterized by being 1 or two or more metals which were chosen from the group which consists of nickel, molybdenum, and cobalt.

[0009] Furthermore, the tungsten alloy for heads of the golf club concerning this invention is characterized by including either [ at least ] 0.1 % of the weight or more of 3 or less % of the weight of copper or, and 0.1-% of the weight or more iron [ 3 or less % of the weight of ] \*\*.

[0010] In addition, sintering of the above-mentioned tungsten alloy is performed in solid phase. This is because the tolerance of the content of a tungsten has attained to even the comparatively small value as mentioned above, and is because the shaping configuration of a green compact cannot be held but it will deform at the time of sintering, if liquid phase sintering is performed when there are few contents of a tungsten.

[0011] The range of the reason for having chosen each above-mentioned element as below and its content is explained.

[0012] It is because that the content of a tungsten is 40 % of the weight or more cannot obtain specific gravity suitable as head material used for a small head at less than 40 % of the weight. It is because a degree of sintering gets very bad and it will not sinter if it is not an extraordinarily elevated temperature so that the fact that the melting point of a tungsten is 3380 degrees C as it is tungsten 100% may, on the other hand, show that the content of a tungsten is less than 100 % of the weight.

[0013] It is because the effectiveness which makes specific gravity smaller than a tungsten 100% thing is not only acquired, but sintering temperature can be set as low temperature rather than 1510 degrees C which is the temperature in which adoption on industry is possible, for example, the eutectic temperature of a tungsten and nickel, if the element for specific gravity adjustment is contained also in the minute amount that it is an amount exceeding the amount which the minimum of the content of the element for specific gravity adjustment may contain as an unescapable impurity. On the other hand, it is because a tungsten occupies 40 % of the weight or more to a tungsten alloy as mentioned above that the content of the element for specific gravity adjustment is 60 or less % of the weight.

[0014] In addition, each of those specific gravity of using nickel, molybdenum, cobalt, etc. is because it is one half extent of a tungsten and the large specific-gravity-adjustment range of a tungsten alloy can be taken by addition of optimum dose as an element for specific gravity adjustment.

[0015] Moreover, copper (Cu) and iron (Fe) are added because lowering of the degree of hardness of a tungsten alloy brought about by the addition and workability, such as a cut and mechanical polishing, is improved.

[0016] And it is because lowering of a degree of hardness is hardly seen and workability is not improved at less than 0.1 % of the weight that the content of these copper or iron is 0.1 % of the weight or more. It is because the ebullition at the time of sintering will be barred if it exceeds 3 % of the weight that a copper content is 3 or less % of the weight. Although it is because that an iron content is 3 or less % of the weight has a possibility that rust may arise with the passage of time in the head sintered and obtained when it exceeds 3 % of the weight, an iron content is preferably good in it being 1 or less % of the weight.

[0017] In addition, since ebullition can be carried out by raising sintering temperature and lengthening sintering time amount even if a copper content exceeds the above-mentioned upper limit, in the tungsten alloy concerning this invention, it cannot be overemphasized that the copper content may be over 3 % of the weight. However, since it is that there is a possibility that liquid phase generation temperature may become low, it may be easy to become liquid phase sintering, and it may become impossible to hold a configuration, and that decline in productive efficiency is brought about by extension of sintering time amount when a copper content increases, a copper content has 3 or less preferable good % of the weight.

[0018] Moreover, when performing rustproofing, such as covering the head sintered and obtained by the protective film which has corrosion resistance, and raising the corrosion resistance of a head, it cannot be overemphasized that the iron content may be over 3 % of the weight.

[0019]

[Function] According to the above-mentioned means, since the tungsten alloy for heads of the golf club concerning this invention exceeds the amount which may contain the element for specific gravity adjustment with specific gravity smaller than a tungsten for the tungsten of high specific gravity as an unescapable impurity less than 100% of the weight 40% of the weight or more and contains it with the content of 60 or less % of the weight \*\*, respectively, it can miniaturize a head with standard weight. Moreover, when for example, the element for specific gravity adjustment is nickel by adjusting the presentation ratio of the element for specific gravity adjustment, and a tungsten, the specific

gravity of a tungsten alloy can be adjusted to arbitration in the about 11.3 to 19.2 range.

[0020] Furthermore, the eutectic temperature of a tungsten and nickel falls more remarkably than the melting point whose liquid phase generation temperature of a tungsten alloy is tungsten 100%, even if the addition is a minute amount by adding nickel to a tungsten, since it is about 1510 degrees C. Since the tungsten alloy concerning this invention is sintered by solid phase, sintering temperature can be set as temperature lower than 1510 degrees C, and degree of sintering is improved by addition of nickel.

[0021] Since cobalt is the same specific gravity as nickel and molybdenum is extent with a little larger specific gravity than nickel, even if nickel is instead alike or it uses cobalt and molybdenum with nickel, the specific gravity of an alloy can be adjusted to arbitration by about 11.3 to 19.2 large area.

[0022] Furthermore, by adding copper and iron, the hardness of the head sintered and obtained falls and workability, such as a cut and mechanical polishing, is improved.

[0023] Therefore, while a small and thin putter head is offered by standard weight, the putter from which head weight differs with the same model is offered, constraint of the head volume when manufacturing the head of standard weight by adjusting specific gravity further is eased, and the design of the head of various configurations is attained.

[0024]

[Example] The place by which gives an example and the example of a comparison to below, and it is characterized [this invention] is clarified. In each example and each example of a comparison, a suitable quantity of powder was chosen and it mixed by the mixer so that the sintered compact of the tungsten alloy which constitutes a desired presentation might be first obtained out of tungsten powder (purity: 99.99%), nickel (element for specific gravity adjustment) powder, copper powder, and iron powder, and molybdenum (element for specific gravity adjustment) powder. and each mixed powder -- isotropic pressure shaping between the colds (CIP shaping) -- it pressed by the pressure of 2.0 ton/cm<sup>2</sup> by law, solid phase sintering of each acquired Plastic solid was carried out in the hydrogen ambient atmosphere, and each sintered compact was obtained. About each obtained sintered compact, while measuring specific gravity (Archimedes law) and Vickers hardness number (JIS Z 2244), it was immersed in tap water for one week, and corrosion resistance was investigated.

[0025] (Examples 1-6 and examples 1 and 2 of a comparison) In examples 1-6 and the examples 1 and 2 of a comparison, the sintered compact of the tungsten alloy (except for the example 1 of a comparison) of the presentation which consists only of a tungsten and nickel was obtained. In the examples 1-6, the content of a tungsten was changed from 99.9 % of the weight to 40.0 % of the weight. In the example 1 of a comparison, it considered as tungsten 100% of presentation which does not add nickel intentionally, and the tungsten alloy of the presentation which consists of 30.0% of the weight of a tungsten and 70.0% of the weight of nickel was manufactured in the example 2 of a comparison.

[0026] The presentation of each sintered compact obtained by a table 1 and the table 2, sintering temperature, sintering time amount (time amount currently held to said sintering temperature), specific gravity, and Vickers hardness number are shown.

[A table 1]

	組 成 (重量%)					焼結温度 (℃)	焼結時間 (時)	比 重	硬 さ (Hv)	備 考
	W	Ni	Fe	Cu	Mo					
実施例 1	99.9	0.1	-	-	-	1500	2	19.2	300	
実施例 2	99.0	1.0	-	-	-	1500	1	19.0	300	
実施例 3	95.0	5.0	-	-	-	1500	1	18.1	280	
実施例 4	70.0	30.0	-	-	-	1500	1	14.2	370	
実施例 5	63.0	37.0	-	-	-	1500	1	13.4	370	
実施例 6	40.0	60.0	-	-	-	1500	1	11.3	400	
実施例 7	63.0	36.9	-	0.1	-	1500	1	13.4	300	
実施例 8	63.0	36.5	-	0.5	-	1500	1	13.2	250	
実施例 9	63.0	36.0	-	1.0	-	1490	5	13.3	230	
実施例 10	63.0	34.0	-	3.0	-	1460	20	13.3	240	
実施例 11	70.0	29.9	0.1	-	-	1500	1	14.2	330	
実施例 12	70.0	29.0	1.0	-	-	1500	1	14.1	300	
実施例 13	63.0	36.8	0.1	0.1	-	1500	1	13.3	300	
実施例 14	63.0	35.0	1.0	1.0	-	1480	1	13.1	280	
実施例 15	90.0	1.0	-	-	9.0	1480	1	17.6	400	
実施例 16	70.0	1.0	-	-	29.0	1420	1	15.1	400	
実施例 17	50.0	1.0	-	-	49.0	1400	1	13.3	410	

[A table 2]

	組 成 (重量%)					焼結温度 (℃)	焼結時間 (時)	比 重	硬 さ (Hv)	備 考
	W	Ni	Fe	Cu	Mo					
比較例 1	100.0	-	-	-	-	1500	2	11.0	300	比重小さすぎ、焼結困難
比較例 2	30.0	70.0	-	-	-	1500	1	10.6	400	比重小さすぎ
比較例 3	63.0	27.0	-	10.0	-	1320	100	11.0	230	比重小さすぎ、焼結長すぎ
比較例 4	70.0	20.0	10.0	-	-	1470	1	13.9	280	錯発生

[0027] In those front twists and the examples 1-6, it turns out that the content of a tungsten is in the inclination for the specific gravity of a tungsten alloy to fall to 11.3 from 19.2, with reduction of the content of a tungsten while sufficient hardness is obtained in less than 100 % of the weight 40% of the weight or more. Therefore, since the tungsten alloy the specific gravity of arbitration is obtained between 11.3-19.2, it is suitable as head material of a putter.

[0028] Although eburnation sufficient in the example 1 of a comparison does not happen but specific gravity is too small, compared with the melting point of a tungsten, sintering temperature is too low, and this is because sintering is difficult and is unsuitable as head material. In the example 2 of a comparison, there are too few tungstens, and sufficient specific gravity is not obtained, but it is unsuitable as head material.

[0029] (Examples 7-10 and example 3 of a comparison) In examples 7-10 and the example 3 of a comparison, the sintered compact of the tungsten alloy of the presentation which consists of 63% of the weight of a tungsten, nickel, and copper was obtained. In the examples 7-10, the copper content was changed from 0.1 % of the weight to 3.0 % of the weight. The copper content was made into 10.0 % of the weight in the example 3 of a comparison.

[0030] The presentation of each sintered compact obtained by a table 1 and the table 2, sintering temperature, sintering time amount, specific gravity, and Vickers hardness number are shown. In those front twists and the examples 7-10, turns out that it is in the inclination the specific gravity and hardness for which it was suitable as head material of a putter are not only to obtain, but for the hardness of a tungsten alloy to fall by making [ many ] a copper content (the hardness of an example 5, and comparison). Therefore, workability, such as a cut, mechanical polishing, etc. in a tungsten alloy, improves, and it is suitable as head material of a putter.

[0031] In the example 3 of a comparison, since there is too much copper and liquid phase generation temperature fall corresponding to it, sintering temperature will become low, sufficient eburnation will not happen, but as head material of a putter, specific gravity will be too small. Moreover, sintering takes very long time amount (100 hours) fully carrying out eburnation, and productive efficiency is bad and unsuitable as head material also from a viewpoint of industrial production.

[0032] (Examples 11 and 12 and example 4 of a comparison) In examples 11 and 12 and the example 4 of a comparison, the sintered compact of the tungsten alloy of the presentation which consists of 70.0% of the weight of a tungsten, nickel, and iron was obtained. It made in the example 11 and the iron content was made into 10.0 % of the weight by the example 4 of a comparison 1.0% of the weight in the example 12 0.1% of the weight.

[0033] The presentation of each sintered compact obtained by a table 1 and the table 2, sintering temperature, sintering time amount, specific gravity, and Vickers hardness number are shown. In those front twists and the examples 11 and 12, it turns out that it is in the inclination the specific gravity and hardness for which it was suitable as head material of a putter are not only to obtain, but for the hardness of a tungsten alloy to fall by making [ many ] an iron content (the hardness of an example 4, and comparison). Therefore, workability, such as a cut, mechanical polishing, etc. in a tungsten alloy, improves, and it is suitable as head material of a putter.

[0034] When not performing rustproofing, such as covering a sintered compact by the protective film which there is much iron, and rust is generated and has corrosion resistance, in the example 4 of a comparison, it is unsuitable as head material of a putter. In addition, generating of rust was not accepted in other examples 1-17 and examples 1-3 of a comparison except this example 4 of a comparison.

[0035] (Examples 13 and 14) In the examples 13 and 14, the sintered compact of the tungsten alloy of the presentation which consists of 63% of the weight of a tungsten, nickel, copper, and iron was obtained. Each content of copper and iron was made into 0.1 % of the weight in both the examples 13, and each content of copper and iron was made into 1.0 % of the weight in both the examples 14.

[0036] The presentation of each sintered compact obtained by the table 1, sintering temperature, sintering time amount, specific gravity, and Vickers hardness number are shown. It turns out that it is in the inclination for the hardness of a tungsten alloy to fall by making [ many ] those contents like [ table / this ] the case (the above-mentioned examples 7 and 12) for the specific gravity and hardness for which it was suitable as head material of a putter even if it added both copper and iron to not only be obtained, but where they are added according to an individual (the hardness of an example 5, and comparison). Therefore, the workability of a tungsten alloy improves and it is suitable as head material of a putter.

[0037] (Examples 15-17) In the examples 15-17, the sintered compact of the tungsten alloy of the presentation which consists of a tungsten, 1.0% of the weight of nickel, and molybdenum was obtained. In the examples 15-17, the content of molybdenum was changed from 9.0 % of the weight to 49.0 % of the weight.

[0038] The presentation of each sintered compact obtained by the table 1, sintering temperature, sintering time amount, specific gravity, and Vickers hardness number are shown. This table shows that it is in the inclination for the specific gravity of a tungsten alloy to fall in connection with the content of molybdenum increasing, while sufficient hardness is obtained, even if the content of a tungsten makes both nickel and molybdenum intermingled as an element for specific



gravity adjustment in less than 100 % of the weight 40% of the weight or more. Therefore, specific gravity adjustment of a tungsten alloy can be performed and it is suitable as head material of a putter.

[0039] by the way, in examples 1-6 and the examples 1 and 2 of a comparison, although sintering temperature was 1500 degrees C, it mentioned above -- as -- tungsten-nickel -- duality -- since the eutectic temperature of a system is 1510 degrees C and the melting point of a tungsten is 3380 degrees C, solid phase sintering of each of each Plastic solids is carried out. moreover, the content of copper, iron, molybdenum, etc. increases in examples 7-17 and the examples 3 and 4 of a comparison -- since this is because liquid phase generation temperature will fall if those content increase, and sintering temperature is set up so that it may become low [ about about ten degrees C ] from several degrees C rather than liquid phase generation temperature although it is alike, and it follows, sintering temperature keeps away from 1500 degrees C and it is low Solid phase sintering of each Plastic solid is carried out also in these cases.

[0040] In addition, this invention is not restricted at all by each above-mentioned example. For example, the content of tungsten is 40 % of the weight or more, and is less than 100 % of the weight, and the content of elements for specific gravity adjustment, such as nickel and molybdenum, exceeds the amount which may be contained as an unescapable impurity, and should just be 60 or less % of the weight. Moreover, it cannot be overemphasized that the content of copper, iron, or molybdenum is not limited to the amount of each above-mentioned example, either.

[0041] Furthermore, as an element for specific gravity adjustment, specific gravity may be smaller than a tungsten, and if demerits, such as remarkable embrittlement or corrosion resistance remarkable degradation, and aggravation of a degree of sintering, are not brought about by addition, other elements are sufficient as nickel, not only molybdenum cobalt, etc.

[0042] In the sintered compact which consists of a tungsten alloy concerning this invention further again, although specific gravity adjustment is performed by changing the content of nickel etc., specific gravity adjustment can also be performed by adjusting the porosity of a sintered compact. Moreover, since the feel and hit ball sound when hitting a golf ball by changing porosity change, a comfortable feeling of a hit ball can be obtained by adjusting porosity suitably.

[0043] Furthermore, the tungsten alloy concerning this invention can be applied not only to a putter but to the head material of other golf clubs, such as an iron, and it is [ other sporting goods stationery or machine parts, a construction material, etc. ] needless to say besides a golf club that it is useful also as an ingredient of general metal goods.

[0044] [Effect of the Invention] According to the tungsten alloy for heads of the golf club concerning this invention, let the element for specific gravity adjustment with specific gravity smaller than a tungsten be an unescapable impurity for tungsten of high specific gravity less than 100% of the weight 40% of the weight or more. Since the amount which may be contained is exceeded and it contains with the content of 60 or less % of the weight \*\*, respectively, while being able to miniaturize a head with standard weight (350g of abbreviation), the specific gravity of a tungsten alloy can be adjusted to arbitration by about 11.3 to 19.2 large area by adjusting the presentation ratio of the element for specific gravity adjustment, and a tungsten.

[0045] Therefore, while a small and thin putter head is offered by standard weight, the putter from which head weight differs with the same model is offered, constraint of the head volume when manufacturing the head of standard weight by specific gravity adjustment further is eased, and the design of the head of various configurations is attained.

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-216490

(43) 公開日 平成7年(1995)8月15日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 2 C 27/04	1 0 1			
1/04		D		
// A 6 3 B 53/04		K		

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平6-12838

(22) 出願日 平成6年(1994)2月4日

(71) 出願人 000232793

日本冶金工業株式会社  
東京都中央区京橋1丁目5番8号

(72) 発明者 中井 将雄

神奈川県川崎市川崎区小島町4番2号 日  
本冶金工業株式会社研究開発本部技術研究  
所内

(72) 発明者 岡登 信義

神奈川県川崎市川崎区小島町4番2号 日  
本冶金工業株式会社研究開発本部技術研究  
所内

(74) 代理人 弁理士 荒船 博司 (外1名)

(54) 【発明の名称】 ゴルフクラブのヘッド用タングステン合金

(57) 【要約】

【目的】 小型ヘッドの製作に適用して好適であるとともに、ゴルファーが同一モデルの中から体力や腕前や好み等に応じた最適な重量のバターの選択を行なうことを可能ならしめるゴルフクラブのヘッド用タングステン合金を提供する。

【構成】 少なくとも、タングステンと、タングステンよりも比重の小さいニッケル、モリブデン及びコバルトよりなる群から選ばれた一又は二以上の金属とを含んでなるタングステン合金であって、前記タングステンの含有量は、40重量%以上で且つ100重量%未満であり、前記ニッケル等の金属の含有量は、不可避不純物として含有され得る量を超え且つ60重量%以下である。

【効果】 標準的な重量で小さくて薄いバターヘッドが提供されるとともに、同一モデルでヘッド重量の異なるバターが提供され、さらに比重調整により標準的な重量のヘッドを製作する上でのヘッド体積の制約が緩和されて種々の形状のヘッドの設計が可能となる。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも、タングステンと、タングステンよりも比重の小さい比重調整用元素とを含んでなるタングステン合金であって、前記タングステンの含有量は、40重量%以上で且つ100重量%未満であり、前記比重調整用元素の含有量は、不可避不純物として含有され得る量を超え且つ60重量%以下であることを特徴とするゴルフクラブのヘッド用タングステン合金。

【請求項2】 前記比重調整用元素は、ニッケル、モリブデン及びコバルトよりなる群から選ばれた一又は二以上の金属であることを特徴とする請求項1記載のゴルフクラブのヘッド用タングステン合金。

【請求項3】 0.1重量%以上3重量%以下の銅、又は0.1重量%以上3重量%以下の鉄、の少なくとも一方を含むことを特徴とする請求項1又は2記載のゴルフクラブのヘッド用タングステン合金。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、タングステン合金に関し、例えばゴルフクラブ、特にバターのヘッド材として好適なタングステン合金に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、ゴルフクラブの一つであるバターのヘッドは、一般に鉄やステンレス鋼などを用い、鋳造や鍛造などにより製作されていた。そして、ヘッドの標準的な重量は、使い勝手の良さ等により350g程度であり、様々な形状のものが市販されていた。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記従来のヘッド材の比重は8程度と比較的小さいため、上記標準的な重量のヘッドは比較的大きな形状のものになってしまうが、近時、小さく且つ薄いヘッドを有するバターを望むゴルファーが増えている。しかしながら、上記従来の材質を用いてヘッドを小型化すると、標準的な重量である350gよりも軽くなってしまうため、使い勝手が悪くなる虞がある。

【0004】また、従来の鋳造品のバターの場合には、上記標準的な重量のヘッドが鋳造されるように、鉄等の比重に応じた内容積の鋳型を製作し、その中に溶融した鉄等を流し込み固化させるため、使用するゴルファーの好みに応じて、同一モデル、即ち同一形状で同一の大きさのバターでヘッド重量が数g刻みに異なるようなものは市販されていなかった。従って、従来、ゴルファーは体力や腕前や好みに応じて、同一モデルの中から重量の異なるバターを選択して買い求めることができず、不便であった。

【0005】本発明は、上記問題点を解決するためになされたもので、その目的とするところは、小型ヘッドの製作に適用して好適なゴルフクラブのヘッド用タングステン合金を提供することにある。また、同一モデルでヘ

ッド重量の異なるものを揃え、以てゴルファーが体力や腕前や好み等に応じた最適な重量のバターの選択を行なうことを可能ならしめるゴルフクラブのヘッド用タングステン合金を提供することにある。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明者は、バターのヘッドを小型化するには、ヘッド材として、従来の鉄やステンレス等よりも比重の大きいタングステン(W)を用いるのが有効であると考えた。しかし、タングステンの比重は19を超えるためヘッド材としては重すぎる虞があるだけでなく、タングステンのみでは加工性等に劣り製作困難である。そこで、本発明者は、ヘッド材として、タングステンとそれよりも比重の小さいニッケル(Ni)やモリブデン(Mo)やコバルト(Co)などの金属とからなるタングステン合金を用い、粉末冶金法によりヘッドを製作することを考え、本発明の完成に至った。

【0007】即ち、本発明に係るゴルフクラブのヘッド用タングステン合金は、少なくとも、タングステンと、タングステンよりも比重の小さい比重調整用元素とを含んでなるタングステン合金であって、前記タングステンの含有量は、40重量%以上で且つ100重量%未満であり、前記比重調整用元素の含有量は、不可避不純物として含有され得る量を超え且つ60重量%以下であることを特徴とする。

【0008】また、前記比重調整用元素は、ニッケル、モリブデン及びコバルトよりなる群から選ばれた一又は二以上の金属であることを特徴とする。

【0009】さらに、本発明に係るゴルフクラブのヘッド用タングステン合金は、0.1重量%以上3重量%以下の銅、又は0.1重量%以上3重量%以下の鉄、の少なくとも一方を含むことを特徴とする。

【0010】なお、上記タングステン合金の焼結は、固相にて行う。これは、上述したようにタングステンの含有量の許容範囲が比較的小さい値にまで及んでいるからであり、タングステンの含有量が少ない場合に液相焼結を行うと、焼結時に圧粉体の成形形状を保持することができず、変形してしまうからである。

【0011】以下に、上記各元素を選んだ理由及びその含有量の範囲について説明する。

【0012】タングステンの含有量が40重量%以上であるのは、40重量%未満では小型ヘッドに用いるヘッド材として適当な比重を得ることができないからである。一方、タングステンの含有量が100重量%未満であるのは、タングステン100%であることと、タングステンの融点が3380℃であることからわかるように、焼結性が極めて悪くなり、非常な高温でなければ焼結しないからである。

【0013】比重調整用元素の含有量の下限が不可避不純物として含有され得る量を超える量であるのは、比重

10

20

30

40

50

調整用元素が微量でも含まれていれば、タングステン100%のものよりも比重を小さくする効果が得られるだけでなく、焼結温度を工業上採用可能な温度、例えばタングステンとニッケルとの共晶温度である1510℃よりも低温に設定することができるからである。一方、比重調整用元素の含有量が60重量%以下であるのは、上述したようにタングステン合金に対してタングステンが40重量%以上を占めるからである。

【0014】なお、比重調整用元素として、ニッケル、モリブデン、コバルトなどを用いるのは、それらの比重が何れもタングステンの半分程度であり、適量の添加によりタングステン合金の比重調整範囲を広くとることができるからである。

【0015】また、銅(Cu)や鉄(Fe)を添加するのは、その添加によりタングステン合金の硬度の低下がもたらされ、切削や機械研磨等の加工性が改善されるからである。

【0016】そして、それら銅又は鉄の含有量が0.1重量%以上であるのは、0.1重量%未満では硬度の低下が殆どみられず、加工性が改善されないからである。銅の含有量が3重量%以下であるのは、3重量%を超えると焼結時の緻密化が妨げられるからである。鉄の含有量が3重量%以下であるのは、3重量%を超えると焼結して得られたヘッドに時間の経過とともに錆が生じる虞があるからであるが、好ましくは鉄の含有量は1重量%以下であるといふ。

【0017】なお、銅の含有量が上記上限値を超えても、焼結温度を高め、焼結時間を長くすることにより緻密化させることができるので、本発明に係るタングステン合金においては、銅の含有量が3重量%を超えていてもよいのはいうまでもない。但し、銅の含有量が多くなると液相生成温度が低くなって液相焼結になり易く、形状を保持することができなくなる虞があることと、焼結時間の延長により生産効率の低下がもたらされることのため、銅の含有量は好ましくは3重量%以下がよい。

【0018】また、焼結して得られたヘッドを耐食性を有する保護皮膜で被うなどの防錆処理を行ってヘッドの耐食性を向上させる場合には、鉄の含有量が3重量%を超えていてもよいのはいうまでもない。

【0019】

【作用】上記した手段によれば、本発明に係るゴルフクラブのヘッド用タングステン合金は、高比重のタングステンを40重量%以上100重量%未満、タングステンよりも比重の小さい比重調整用元素を不可避不純物として含有され得る量を超え且つ60重量%以下、の含有量で夫々含むため、ヘッドを標準的な重量のまま小型化することができる。また、比重調整用元素とタングステンとの組成比を調整することにより、例えば比重調整用元素がニッケルの場合には、タングステン合金の比重を1.3~19.2程度の範囲で任意に調整することがで

きる。

【0020】さらに、タングステンとニッケルの共晶温度は約1510℃であるため、タングステンにニッケルを添加することにより、その添加量が微量であっても、タングステン合金の液相生成温度がタングステン100%の融点よりも著しく下がる。本発明に係るタングステン合金は固相で焼結されるため、ニッケルの添加により、焼結温度を1510℃よりも低い温度に設定することができ、焼結性が改善される。

10 【0021】コバルトはニッケルと同じ比重であり、またモリブデンはニッケルよりも比重がやや大きい程度であるので、ニッケルの代わりに或はニッケルとともにコバルトやモリブデンを用いても、合金の比重を1.3~19.2程度の広範囲で任意に調整することができる。

【0022】さらに、銅や鉄を添加することにより、焼結して得られたヘッドの硬さが低下し、切削や機械研磨等の加工性が改善される。

20 【0023】従って、標準的な重量で小さくて薄いバターヘッドが提供されるとともに、同一モデルでヘッド重量の異なるバターが提供され、さらに比重を調整することにより標準的な重量のヘッドを製作する上でのヘッド体積の制約が緩和されて種々の形状のヘッドの設計が可能となる。

【0024】

【実施例】以下に、実施例及び比較例を挙げて本発明の特徴とするところを明らかにする。各実施例及び各比較例においては、先ず、タングステン粉末(純度:99.99%)、ニッケル(比重調整用元素)粉末、銅粉末、鉄粉末、及びモリブデン(比重調整用元素)粉末の中から、30 所望の組成を成すタングステン合金の焼結体が得られるように、適当量の粉末を選択してミキサーで混合した。そして、各混合粉末を冷間等方圧成形(CIP成形)法により2.0ton/cm<sup>2</sup>の圧力で圧縮成形し、得られた各成形体を水素雰囲気中で固相焼結して各焼結体を得た。得られた各焼結体について、比重(アルキメデス法)とビッカース硬さ(JIS Z 2244)を測定するとともに、水道水に1週間浸漬して耐食性を調べた。

40 【0025】(実施例1~6及び比較例1,2)実施例1~6及び比較例1,2では、タングステンとニッケルのみからなる組成のタングステン合金(比較例1を除く。)の焼結体を得た。実施例1~6では、タングステンの含有量を99.9重量%から40.0重量%まで変化させた。比較例1では、ニッケルを故意に添加しないタングステン100%の組成とし、比較例2では、30.0重量%のタングステンと70.0重量%のニッケルからなる組成のタングステン合金を製造した。

【0026】表1及び表2に得られた各焼結体の組成、焼結温度、焼結時間(前記焼結温度に保持していた時間)、比重、ビッカース硬さを示す。

【表1】

	組成 (重量%)					焼結温度 (℃)	焼結時間 (時)	比重	硬さ (Hv)	備考
	W	Ni	Fe	Cu	Mo					
実施例 1	99.9	0.1	-	-	-	1500	2	19.2	300	
実施例 2	99.0	1.0	-	-	-	1500	1	19.0	300	
実施例 3	95.0	5.0	-	-	-	1500	1	18.1	280	
実施例 4	70.0	30.0	-	-	-	1500	1	14.2	370	
実施例 5	63.0	37.0	-	-	-	1500	1	13.4	370	
実施例 6	40.0	60.0	-	-	-	1500	1	11.3	400	
実施例 7	63.0	36.9	-	0.1	-	1500	1	13.4	300	
実施例 8	63.0	36.5	-	0.5	-	1500	1	13.2	250	
実施例 9	63.0	36.0	-	1.0	-	1490	5	13.3	230	
実施例 10	63.0	34.0	-	3.0	-	1460	20	13.3	240	
実施例 11	70.0	29.9	0.1	-	-	1500	1	14.2	330	
実施例 12	70.0	29.0	1.0	-	-	1500	1	14.1	300	
実施例 13	63.0	36.8	0.1	0.1	-	1500	1	13.3	300	
実施例 14	63.0	35.0	1.0	1.0	-	1480	1	13.1	280	
実施例 15	90.0	1.0	-	-	9.0	1480	1	17.6	400	
実施例 16	70.0	1.0	-	-	29.0	1420	1	15.1	400	
実施例 17	50.0	1.0	-	-	49.0	1400	1	13.3	410	

【表2】

	組成 (重量%)				焼結温度 (℃)	焼結時間 (時)	比重	硬さ (Hv)	備考
	W	Ni	Fe	Cu	Mo				
比較例 1	100.0	-	-	-	-	1500	11.0	300	比重小さすぎ、焼結困難
比較例 2	30.0	70.0	-	-	-	1500	10.6	400	比重小さすぎ
比較例 3	63.0	27.0	-	10.0	-	1320	11.0	230	比重小さすぎ、焼結長すぎ
比較例 4	70.0	20.0	10.0	-	-	1470	13.9	280	錯発生

【0027】それらの表より、実施例1～6では、タングステンの含有量が40重量%以上100重量%未満において、十分な硬さが得られるとともに、タングステンの含有量の減少にともなってタングステン合金の比重が19.2から11.3に低下していく傾向にあることがわかる。従って、11.3～19.2の間で任意の比重のタングステン合金が得られるので、バターのヘッド材として好適である。

【0028】比較例1では、十分な緻密化が起こらず比重が小さすぎるが、これはタングステンの融点に較べて焼結温度が低すぎて焼結困難であるからであり、ヘッド材として不適である。比較例2では、タングステンが少なすぎて十分な比重が得られず、ヘッド材として不適である。

【0029】(実施例7～10及び比較例3) 実施例7～10及び比較例3では、63重量%のタングステンとニッケルと銅からなる組成のタングステン合金の焼結体を得た。実施例7～10では、銅の含有量を0.1重量%から3.0重量%まで変化させた。比較例3では、銅の含有量を10.0重量%とした。

【0030】表1及び表2に得られた各焼結体の組成、焼結温度、焼結時間、比重、ビッカース硬さを示す。それらの表より、実施例7～10では、バターのヘッド材として適した比重と硬さが得られるだけでなく、銅の含有量を多くすることによりタングステン合金の硬さが低下する傾向にあることがわかる(実施例5の硬さと比較)。従って、タングステン合金における切削や機械研磨などの加工性が向上し、バターのヘッド材として好適である。

【0031】比較例3では、銅が多すぎて液相生成温度が下がってしまうので、それに対応して焼結温度が低くなってしまい、十分な緻密化が起こらずバターのヘッド材としては比重が小さすぎてしまう。また、十分に緻密化させるには焼結に極めて長い時間(100時間)がかかり、生産効率が悪く、工業生産の観点からもヘッド材として不適である。

【0032】(実施例11、12及び比較例4) 実施例11、12及び比較例4では、70.0重量%のタングステンとニッケルと鉄からなる組成のタングステン合金の焼結体を得た。鉄の含有量を、実施例11では0.1重量%、実施例12では1.0重量%、比較例4では10.0重量%とした。

【0033】表1及び表2に得られた各焼結体の組成、焼結温度、焼結時間、比重、ビッカース硬さを示す。それらの表より、実施例11、12では、バターのヘッド材として適した比重と硬さが得られるだけでなく、鉄の含有量を多くすることによりタングステン合金の硬さが低下する傾向にあることがわかる(実施例4の硬さと比較)。従って、タングステン合金における切削や機械研磨などの加工性が向上し、バターのヘッド材として好適である。

【0034】比較例4では、鉄が多すぎて錯が発生してしまい、耐食性を有する保護皮膜で焼結体を被うなどの防錆処理を施さない場合には、バターのヘッド材として不適である。なお、本比較例4を除く他の実施例1～17及び比較例1～3では、錯の発生は認められなかった。

【0035】(実施例13、14) 実施例13、14で

は、6.3重量%のタングステンとニッケルと銅と鉄からなる組成のタングステン合金の焼結体を得た。実施例13では、銅及び鉄の各含有量をともに0.1重量%とし、実施例14では、銅及び鉄の各含有量をともに1.0重量%とした。

【0036】表1に得られた各焼結体の組成、焼結温度、焼結時間、比重、ビッカース硬さを示す。同表より、銅と鉄の両方を添加してもバターのヘッド材として適した比重と硬さが得られるだけでなく、それらを個別に添加した場合（上記実施例7〜12）と同様に、それらの含有量を多くすることによりタングステン合金の硬さが低下する傾向にあることがわかる（実施例5の硬さと比較）。従って、タングステン合金の加工性が向上し、バターのヘッド材として好適である。

【0037】（実施例15〜17）実施例15〜17では、タングステンと1.0重量%のニッケルとモリブデンからなる組成のタングステン合金の焼結体を得た。実施例15〜17では、モリブデンの含有量を9.0重量%から49.0重量%まで変化させた。

【0038】表1に得られた各焼結体の組成、焼結温度、焼結時間、比重、ビッカース硬さを示す。同表より、タングステンの含有量が4.0重量%以上10.0重量%未満において、比重調整用元素としてニッケルとモリブデンの両方を混在させても充分な硬さが得られるとともに、モリブデンの含有量が多くなるのにもなってタングステン合金の比重が低下していく傾向にあることがわかる。従って、タングステン合金の比重調整を行え、バターのヘッド材として好適である。

【0039】ところで、実施例1〜6及び比較例1, 2では、焼結温度が1500℃であるが、上述したようにタングステン-ニッケル二元系合金の共晶温度が1510℃であり、またタングステンの融点が3380℃であるので、各成形体は何れも固相焼結される。また、実施例7〜17及び比較例3, 4では、銅や鉄やモリブデンなどの含有量が多くなるにしたがって、焼結温度が1500℃から遠ざかって低くなっているが、これはそれらの含有量が多くなると液相生成温度が下がるからであり、焼結温度は液相生成温度よりも数℃から十数℃程度低くなるように設定されているので、これらの場合も各成形体は固相焼結される。

【0040】なお、本発明は、上記各実施例により何等制限されるものではない。例えば、タングステンの含有

量は4.0重量%以上で且つ10.0重量%未満であり、ニッケルやモリブデンなどの比重調整用元素の含有量は不可避不純物として含有され得る量を超え且つ6.0重量%以下であればよい。また、銅や鉄やモリブデンの含有量も上記各実施例の量に限定されないのはいうまでもない。

【0041】さらに、比重調整用元素として、タングステンよりも比重が小さく、且つ添加により著しい脆化や耐食性の劣化や焼結性の悪化などのデメリットをもたらさなければ、ニッケルやモリブデンに限らず、コバルトなど他の元素でもよい。

【0042】さらにまた、本発明に係るタングステン合金よりなる焼結体においては、ニッケル等の含有量を変えることにより比重調整を行うが、焼結体の気孔率を調整することにより比重調整を行うこともできる。また、気孔率を変えることによりゴルフボールを打ったときの感触や打球音が変わるので、気孔率を適当に調整することにより心地よい打球感が得られるようにすることができる。

【0043】さらに、本発明に係るタングステン合金は、バターに限らず、アイアンなどの他のゴルフクラブのヘッド材にも適用可能であるし、ゴルフクラブ以外にも他のスポーツ用品や文房具や機械部品や建設資材など、金属製品一般の材料としても有用であるのは勿論である。

【0044】

【発明の効果】本発明に係るゴルフクラブのヘッド用タングステン合金によれば、高比重のタングステンを4.0重量%以上10.0重量%未満、タングステンよりも比重の小さい比重調整用元素を不可避不純物として含有され得る量を超え且つ6.0重量%以下、の含有量で夫々含むため、標準的な重量（略350g）のままヘッドを小型化することができるとともに、比重調整用元素とタングステンとの組成比を調整することにより、タングステン合金の比重を11.3〜19.2程度の広範囲で任意に調整することができる。

【0045】従って、標準的な重量で小さくて薄いバターヘッドが提供されるとともに、同一モデルでヘッド重量の異なるバターが提供され、さらに比重調整により標準的な重量のヘッドを製作する上でのヘッド体積の制約が緩和されて種々の形状のヘッドの設計が可能となる。